

Aus dem Institut und der Klinik für Medizinische

Strahlenkunde der Universität Düsseldorf

Direktor: o. Prof. Dr. Heinz Vieten

BERUFLICHE STRAHLENEXPOSITION
IN DER RÖNTGENDIAGNOSTIK

Dissertation

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von

FRIEDRICH STENDER

1979

Aus dem Institut und der Klinik für Medizinische
Strahlenkunde der Universität Düsseldorf

Direktor: o. Prof. Dr. Heinz Vieten

BERUFLICHE STRAHLENEXPOSITION IN DER RÖNTGENDIAGNOSTIK



Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von

FRIEDRICH STENDER

1979



Gedruckt mit der Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf

Der Dekan
der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf

Referent
gez.: Prof.Dr. Günther

gez.: Prof.Dr. Straßburg

Korreferent
gez.: Prof.Dr. Greuel

INHALTSVERZEICHNIS	SEITE
I. Aufgabenstellung	2
II. Einleitung	2
III. Methodik	6
III.1. Thermolumineszenz-Dosimetrie	6
III.2. Dosis- und Dosisleistungsmeßgerät TOL/E	10
IV. Meßergebnisse	
IV.1. Magen-Darm-Passage	13
IV.2. Kolon-Kontrasteinlauf	14
IV.3. Cholecystogramm	15
IV.4. Thoraxdurchleuchtung	16
IV.5. Urologische Untersuchungen	17
IV.6. Angiografische und neuroradiologische Untersuchungen	19
IV.7. Chirurgische Untersuchungen	20
V. Diskussion	21
V.1. Konventionelles Durchleuchtungsgerät	21
V.2. Urologischer Arbeitsplatz	26
V.3. Angiografische und neuroradiologische Röntgeneinrichtung	27
V.4. Chirurgischer Bildverstärker	27
VI. Zusammenfassung	28
VII. Schlußbemerkung	30
VIII. Literaturverzeichnis	32

I. AUFGABENSTELLUNG

Diese Arbeit soll überprüfen, an welchen Standardarbeitsplätzen der Röntgendiagnostik sich der untersuchende Arzt gewöhnlich im Kontrollbereich aufhält. Zu diesen Arbeitsplätzen zählen angiografische und neuroradiologische Röntgeneinrichtungen, der chirurgische Bildverstärker und die am häufigsten in der Röntgendiagnostik eingesetzten konventionellen Durchleuchtungsgeräte mit Bildverstärker-Fernsehkette und Schutzzonen nach DIN 6811 /1/.

Die Strahlenexposition eines durchleuchtenden Arztes wird festgelegt durch die spezifische Störstrahlendosis¹ einer bestimmten röntgendiagnostischen Untersuchung und durch die Einschaltzeit bzw. die Häufigkeit einer einzelnen Untersuchung in einem definierten Zeitraum. Zu dem ersten Punkt wurden eigene Messungen durchgeführt und neuere Ergebnisse aus der Literatur übernommen. Die durchschnittliche Einschaltzeit wurde z.T. der Literatur entnommen, z.T. orientierte sie sich an entsprechenden Angaben in der DIN 6812 /2/. Die Untersuchungsfrequenzen entstammen einer Erhebung des Bundesgesundheitsamtes, Abt. Strahlenhygiene, die sich u.a. mit diesem Thema beschäftigte /3/.

II. EINLEITUNG

Nach § 2 Nr.1 der Röntgenverordnung (RÖV) sind beruflich Strahlenexponierte solche Personen, die sich auf Grund ihrer

¹ Störstrahlung ist die Summe aus Gehäusedurchlaßstrahlung und der hauptsächlich vom Patienten ausgehenden Streustrahlung. Die Strahlenexposition eines durchleuchtenden Arztes wird in der Regel von der Größenordnung dieser Störstrahlendosis bestimmt.

Tätigkeit gewöhnlich im Kontrollbereich aufhalten /4/. Der Kontrollbereich selbst ist nach § 15 Abs.1 RÖV definiert als ein Bereich, in dem Personen eine höhere Äquivalentdosis ¹ als 1.5 rem (15 mJ/kg) ² im Jahr erhalten können. Die Ausdehnung des Kontrollbereiches ist weitgehend abhängig von physikalischen Faktoren. Zum Beispiel können Personen, die sich an einer bestimmten Stelle in der Nähe einer Röntgeneinrichtung aufhalten durch lange Einschaltzeiten bei einer speziellen Untersuchung eine höhere Strahlenexposition akkumulieren als bei einer normalen Routineuntersuchung. Aus diesen Überlegungen folgt, daß Personen, die üblicherweise zu den gelegentlich Strahlenexponierten (nach § 34 Abs.2 RÖV) oder sogar nur zu den in Überwachungsbereichen sich aufhaltenden, nicht beruflich strahlenexponierten Personen (nach § 34 Abs. RÖV) zu zählen sind, dann den Bestimmungen für beruflich Strahlenexponierte unterliegen.

Weitere physikalische Parameter, die die Dimension eines Kontrollbereiches festlegen, sind Feldgröße, Nutzstrahlengang, Röhrenspannung, Röhrenstrom, die Lage des Arbeitsplatzes, die Art des Untersuchungsgerätes und die Wirksamkeit technischer Schutzvorkehrungen.

¹ Mit Äquivalentdosis ist hier die strahlenbiologisch relevante Körperdosis gemeint (Definition in DIN 6814 Teil 3) /5/. Dieser Begriff darf nicht mit derjenigen Dosis verwechselt werden, die von einem Personendosimeter aufgezeigt wird ("Personendosis" : die Definition dieses Begriffes findet sich ebenfalls in DIN 6814 Teil 3). Grundlage für die Definition des Kontrollbereiches ist nicht nur die sog. Teilkörperdosis (Hände, Unterarme, Füße, Knöchel; siehe auch § 33 Abs.1 RÖV), sondern auch diejenige Dosis, die bei Mittelung über die Einzeldosen der nicht zum Teilkörper zählenden Körperteile (i.w. Rumpf und Kopf) entsteht. Diese Dosis wird oft als Ganzkörperdosis bezeichnet; siehe auch Anlage I zur Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) /6/.

² Im weiteren Verlauf der Arbeit wird im wesentlichen auf die alte Maßeinheit rem zurückgegriffen werden.

Die höchstzulässige Äquivalentdosis als sog. Ganzkörperdosis liegt nach § 32 Abs.3 RÜV bei 5 rem (50 mJ/kg) im Jahr, wobei allerdings innerhalb eines Zeitraumes von 13 aufeinanderfolgenden Wochen nicht mehr als 3 rem (30 mJ/kg) aufgenommen werden dürfen. Im Gegensatz zur Ganzkörperdosis wird die Teilkörperdosis strahlenbiologisch weniger gewichtig eingestuft. Daher liegen für diesen Bereich die höchstzulässigen Dosen bei 15 rem (150 mJ/kg) für 13 Wochen bzw. 60 rem (600 mJ/kg) für das Jahr nach (§33 Abs.1 RÜV).

Als beruflich strahlenexponierte Personen können nach § 18 RÜV (Auflistung der Personen, die sich im Kontrollbereich aufhalten dürfen) Ärzte und deren Assistenzpersonal infrage kommen, weil es durchaus möglich ist, daß sich dieser Personenkreis gewöhnlich im Kontrollbereich aufhält. Ein sog. gewöhnlicher Aufenthalt im Kontrollbereich liegt sicherlich dann vor, wenn eine Person zur Ausübung ihres Berufes und als Folge davon eine Ganzkörperdosis von mehr als 1.5 rem im Jahr aufnehmen kann. Es ist wichtig zu bemerken, daß dies schon erfüllt ist, wenn auf Grund von äußeren Bedingungen (Untersuchungsart, Einschaltzeit, Strahlenschutzeinrichtungen, Untersuchungsparameter etc.) die Möglichkeit besteht, 1.5 rem zu überschreiten. Nicht berücksichtigt werden dabei technische Mängel oder Fehlverhalten des Arztes und seines Assistenzpersonals. In diesem Sinne soll im weiteren Verlauf der Arbeit von einem gewöhnlichen Aufenthalt im Kontrollbereich gesprochen werden.

Die Personendosis ¹ wird bei Personen, die sich im Kontrollbereich aufhalten, laufend kontrolliert. Grundlage hierfür ist § 40 RÜV, der die Messung der Personendosis im einzelnen regelt. Hier wird u.a. ausgeführt, daß die Messungen am Rumpf und unter der Schutzkleidung zu erfolgen haben. An besonders strahlenexponierten Stellen des Körpers müssen nach § 40 Abs.1 RÜV ebenfalls Messungen vorgenommen werden.

¹ Es existiert eine Richtlinie über die Bewertung der Personendosis nach § 40 RÜV, aus der Anhaltspunkte über die Umrechnung der mit dem Dosimeter gemessenen Personendosis in die strahlenbiologisch relevante Körperdosis entnommen werden können //.

Die Meßverfahren werden in § 40 Abs.2 RÖV erläutert. Danach sind die Messungen nach zwei voneinander unabhängigen Systemen vorzunehmen. Die eine Messung muß die jederzeitige Feststellung der Dosis ermöglichen. Die Tagesdosen nach diesem Verfahren sind aufzuzeichnen. Grundlage dieses Meßverfahrens ist die Ionisationskammer.

Die anderen Messungen sind mit amtlichen Dosimetern durchzuführen, die von der Meßstelle angefordert und ihr im Abstand von höchstens einem Monat zur Auswertung eingereicht werden müssen. Grundlage dieses Meßverfahrens ist in den meisten Fällen die Filmdosimetrie. Eine Richtlinie über " Art und Umfang der Messung der Personendosis nach § 40 RÖV " gibt Hinweise, in welchen Fällen welche Dosimeter eingesetzt werden sollen /8/.

Nach § 40 Abs.6 kann die zuständige Behörde auf Antrag von den Pflichten der Absätze 1 und 2 Ausnahmen zulassen, wenn die betroffenen Personen nicht gefährdet sind. Andererseits kann bei einer besonderen Gefährdung bestimmt werden, daß die amtlichen Dosimeter in kürzeren Abständen eingereicht werden müssen. Von der letztgenannten Möglichkeit wird die Behörde in der Medizin allerdings selten Gebrauch machen.

Neben der Messung der Personendosis schreibt § 42 RÖV als weitere Sicherheitsmaßnahme eine ärztliche Überwachung derjenigen Beschäftigten vor, die sich auf Grund ihrer beruflichen Tätigkeit gewöhnlich im Kontrollbereich aufhalten. Diese Untersuchungen werden regelmäßig wiederholt. Nach § 42 Abs.1 RÖV dürfen diese Personen dann beschäftigt werden, wenn deren ärztliche Untersuchung durch einen behördlich ermächtigten Arzt nicht mehr als zwei Monate zurückliegt (Erstuntersuchung), und nach § 42 Abs.2 dürfen nur solche Personen nach Ablauf von einem Jahr weiterbeschäftigt werden, wenn sie von einem behördlich ermächtigten Arzt erneut untersucht wurden (Wiederholungsuntersuchung).

III. METHODIK

Die Messungen wurden mit CaF_2 -Thermolumineszenz-Dosimetern und mit dem Dosis- und Dosisleistungsmeßgerät TOL/E ^(R) der Firma Berthold durchgeführt.

III.1. Thermolumineszenz-Dosimetrie (TL-Dosimetrie)

Thermolumineszenzmaterialien, wie z.B. CaF_2 , haben die Fähigkeit, die Energien ionisierender Strahlen zu absorbieren. Dabei werden Elektronen aus dem Gitterverband des TL-Materials freigesetzt und an sog. " Haftstellen " angelagert /9/. Die Bindung zwischen Elektronen und Haftstellen kann so stabil sein, daß z.B. bei der TL-Dosimetrie erst durch thermische Stimulation, d.h. durch Aufheizen der Kristalle, die Elektronen wieder freigesetzt werden und dabei die vorher absorbierte Energie als Wärme oder Licht emittiert wird.

Dieses Phänomen macht man sich in der TL-Dosimetrie zunutze. Dabei wird die im TL-Material gespeicherte Strahlenenergie durch Aufheizung in einem speziellen Auswertegerät wieder freigesetzt, z.T. in Form sichtbaren Lichts. Zum Nachweis der dosisproportionalen Lichtmenge dient ein Sekundärelektronenvervielfacher, in dem über den Photoeffekt die Lichtquanten in einen Elektronenstrom umgewandelt werden. Dieser manifestiert sich nach einer noch zusätzlichen Verstärkung an der digitalen Anzeige des Auswertegerätes als eine dosisproportionale elektrische Ladung mit der Einheit nCi bzw. μCi . Über einen für jedes TL-Material typischen, von der eingestrahlten Photonenenergie abhängigen Kalibrierfaktor kann man die dem Kristall applizierte Dosis berechnen.

Die wesentlichen Vorteile dieses Dosimetersystems sind :

- a.) geringe Abmessungen der Dosimeter
(dadurch günstige Anwendung in der Medizin,
da es während einer Röntgenuntersuchung wenig
stört),

- b.) hohe Meßempfindlichkeit
(dadurch ist ein Nachweis selbst geringer Dosen möglich),
- c.) dosisleistungsunabhängige Dosisanzeige
(dadurch eine richtige Dosisanzeige, unabhängig von einer Nutz- oder Streustrahlenexposition),
- d.) großer Meßbereich zwischen 0.1 mrem und 10^6 rem
(dadurch ergibt sich die Möglichkeit einer Messung in der Nutz- und Streustrahlung ohne zusätzliche Maßnahmen).

Die Nachteile sind vergleichsweise gering :

- a.) Lichtempfindlichkeit
(deshalb müssen die Dosimeter vor direkter Lichteinwirkung durch lichtundurchlässige Kapselung geschützt werden),
- b.) Fading
(d.h. Abnahme der gespeicherten Energie zwischen Exposition und Auswertung. Das Fading kann aber durch entsprechende Korrekturfaktoren rechnerisch ausgeglichen werden).

Was die Abhängigkeit der TL-Anzeige von der applizierten Dosis betrifft, so zeigt sich eine nahezu lineare Proportionalität zwischen TL-Anzeige und applizierter Dosis innerhalb der für den Streustrahlenbereich typischen Dosiswerte (10^{-1} mrem bis 10^3 mrem).

Innerhalb des Spannungsbereich der Röntgendiagnostik (50 bis 150 kV) ist die TL-Anzeige für CaF_2 nahezu unabhängig von der Röhrenspannung. Als Kalibrierfaktor für die Messungen wurde 1.8 mR/ nC₀ benutzt, d.h. bei einer im Kristall applizierten Dosis von 1.8 mR erhält man eine Ladungsanzeige am Auswertegerät von 1 nC₀ (Abb.1).

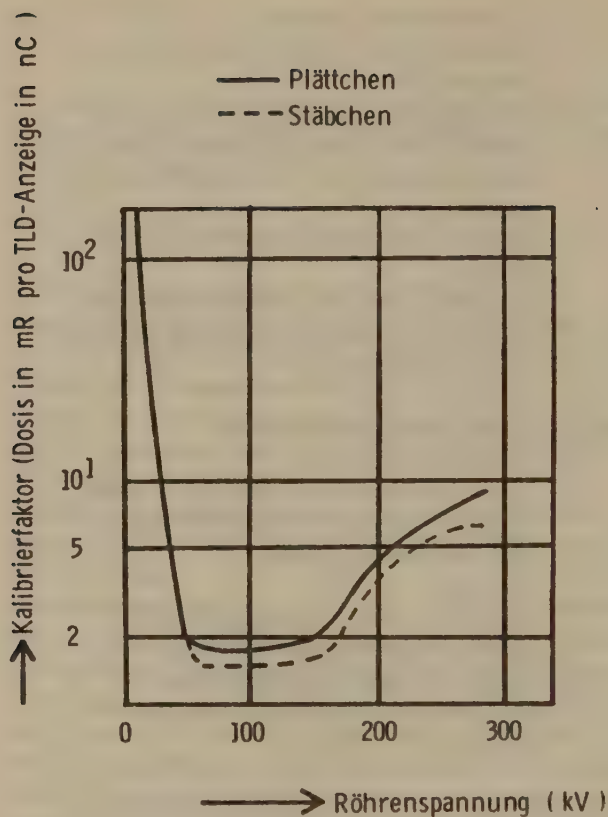


Abb.1 : Abhängigkeit des Kalibrierfaktors
 (in mR pro nC) von der Strahlenqualität für
 TL-Dosimeter in Plättchen- und Stäbchenform.
 Die Fadingeffekte sind dabei korrigiert.
 (keine Änderung der Kurve im Vergleich zur
 entsprechenden Abbildung in /10/).

Das Fading (Abb.2) für CaF_2 -Thermolumineszenz-Dosimeter ist innerhalb der ersten 24 h besonders groß, insgesamt 18%; nach 48 h beträgt es 23% und nach 72 h lassen sich nur noch 74% der ursprünglichen Dosis nachweisen (26% Fading).

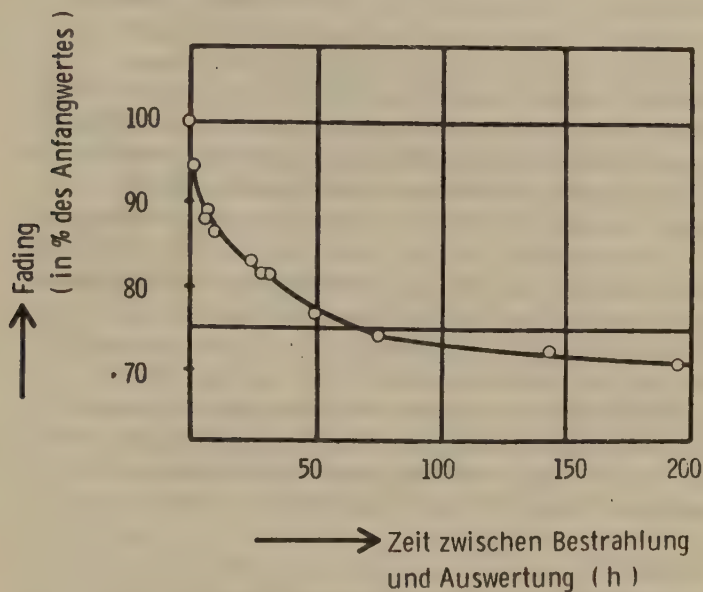


Abb.2 : Abhängigkeit des Fading (in % des Anfangswertes von 10 mR) von der Zeit zwischen Bestrahlung und Auswertung (in h) bei einer Strahlenqualität von 80 kV.
(aus /10/)

III.2. Dosis- und Dosisleistungsmeßgerät TOL/E ^(R) der Fa.Berthold

Kernstück dieses Gerätes ist eine luftäquivalente Ionisationskammer mit über die Hochspannung zu regelnder variabler Gasverstärkung. Bei hohen Dosen bzw. Dosisleistungen (im Meßbereich über 1 R) arbeitet das Gerät als Ionisationskammer, d.h. ohne Gasverstärkung. Die angelegte Spannung beträgt dann 500 Volt. In diesem Bereich werden nur die durch primäre Ionisation im Zählvolumen entstandenen Ionenpaare getrennt und den Elektroden zum Nachweis zugeführt. Die Größenordnung der Spannung ist so gewählt, daß weder Sekundärionen noch Rekombinationen der einmal gebildeten Ionen auftreten können /1/.

Zum Nachweis geringer Dosen bzw. Dosisleistungen (im mR-Bereich) wird die Hochspannung auf 1600 Volt erhöht. Dadurch erhalten die primär gebildeten Elektronen so hohe kinetische Energien, daß sie ihrerseits wiederum in der Lage sind, durch Stoßionisation weitere Ladungsträger zu erzeugen. Auch deren Elektronen können weitere Ionen bilden (Gasverstärkung). Ein Primärquant erzeugt mit Gasverstärkung viele Ionenpaare, wodurch die Meßempfindlichkeit deutlich erhöht wird.

Das TOL/E ^(R) Gerät ist tragbar und speziell für Strahlungsschutzmessungen konzipiert. Als Detektor dient die oben beschriebene Ionisationskammer, die über ein Kabel mit dem Meß- und Anzeigegerät verbunden ist. Eine Verstärkung der von der Strahlung verursachten Ionisation kann bei bestimmter Hochspannungswahl schon innerhalb der Sonde erfolgen. Dadurch und bedingt durch die dünne Kunststoffwandung des Zählrohrs ist eine hohe Empfindlichkeit in der Dosis- und Dosisleistungsanzeige gegeben, die von der einfallenden Strahlenergie bis herunter zu 16 kV Röntgenstrahlung unabhängig ist.

Durch die Strommessung anstelle der bei Geiger-Müller-Zählrohren üblichen Einzelimpulsmessung wird ein weiterer Vorteil des Geräts erreicht. Dadurch lassen sich gefährliche Obersteuerungseffekte vermeiden, d.h. auch bei beliebig hohen

Dosisleistungen kehrt der Instrumentenanzeiger nicht zurück sondern bleibt am oberen Skalenrand stehen. Die Justierung der einzelnen Empfindlichkeitsbereiche geschieht mit Justierstrahlern, die $\text{Sr } 90$ enthalten ($0.1 \mu\text{Ci}$ und 0.1 mCi).

III.3. Meßanordnung

Die Messungen wurden in der Röntgenabteilung des Evangelischen Krankenhauses Düsseldorf (Chefarzt Dr. Hornig) und in der Universitätsklinik Düsseldorf, Abt. Urologie (Direktor: Prof. Dr. Dettmar) durchgeführt. Mit den CaF_2 -TL-Dosimetern wurden beim durchleuchtenden Arzt die Linsenexposition und die Strahlenexposition der Gonaden unter der Schutzkleidung gemessen. Bei der Schutzkleidung handelte es sich um eine Mantelschürze mit dem Bleigleichwert von 0.25 mm Pb nach DIN 6813 /12/.

Das Fading konnte durch Auswertung innerhalb von zwei Stunden nach der Messung vernachlässigbar klein gehalten werden. Zur Reduzierung des Meßfehlers wurden pro Meßpunkt je drei TL-Dosimeter fixiert und durch Mittelwertbildung das Meßergebnis berechnet.

Das TOL/E ^(R) diente zur Messung der Strahlendosis oberhalb der Schutzkleidung in Gonadenhöhe. Damit sollte die Information für diejenigen durchleuchtenden Ärzte festgehalten werden, die den § 19 RÖV zwar juristisch richtig, aber vom Standpunkt des Strahlenschutzes risikoreicher auslegen. Der § 19 RÖV sagt aus: " Alle Personen haben im Kontrollbereich eine ausreichende Schutzkleidung gegen Röntgenstrahlen zu tragen, soweit nicht durch eine Dauereinrichtung nach § 17 Abs.1 ein ausreichender Schutz gewährleistet wird ". Die durch Bleigummilappen an konventionellen Durchleuchtungsgeräten gebildeten Schutzzonen (vgl. DIN 6811) stellen z.T. Dauereinrichtungen im Sinne des § 17 Abs.1 RÖV dar, so daß das Tragen von Schutzkleidung nicht unbedingt zu verlangen wäre.

Aus dem oben genannten Grund wurde die Dosis auch oberhalb der Schutzkleidung gemessen, um der geschilderten Interpretationsmöglichkeit des § 19 RÜV Rechnung zu tragen.

IV. MESSERGEBNISSE

IV.1. Magen-Darm-Passage

Die eigenen Meßwerte in Tab.1 zeigen den Mittelwert aus insgesamt 10 Untersuchungen.

	mittlere Durchleuch- tungszeit (min)	mittlere Dosis ober- halb der Schutzklei- dung (mrem)	mittlere Dosis unter der Schutz- kleidung (mrem)	mittlere Linsenex- position (mrem)
Eigene Messun- gen	2.31	0.423	0.079	0.118
	1.0 ¹	0.183	0.034	0.051
Mittelwert aus der Literatur	6.0		0.28	0.33
	1.0		0.046	0.055
	/13/14/15/ /16/17/		/16/17/18/ /19 ¹ /	/16/17 ² / /19 ¹ /

Tab.1

Tab.1 : Mittelwert der Strahlenexposition des Unter-
suchers bei der Magen-Darm-Passage aus eigenen Messungen
und aus der Literatur. Zur besseren Vergleichsmöglich-
keit und zum Gebrauch der Meßwerte für die spätere
Diskussion wurden die Dosisangaben jeweils auf eine
Minute Durchleuchtungszeit bezogen.

¹ Die angegebenen Meßwerte sind Mittelwerte aus Magen-Darm-Passage
und Kontrast-Einlauf.

² Die angegebenen Meßwerte sind aus Ortsdosisleistungen und Durch-
leuchtungsdaten errechnete Anhaltswerte.

IV.2. Kolon-Kontrasteinlauf

Die eigenen Meßwerte in Tab.2 zeigen den Mittelwert aus insgesamt 10 Untersuchungen.

	mittlere Durchleuch- tungszeit (min)	mittlere Dosis ober- halb der Schutzklei- dung (mrem)	mittlere Dosis unter der Schutz- kleidung (mrem)	mittlere Linsenex- position (mrem)
Eigene Messun- gen	4.23	1.05	0.199	0.206
	1.0	0.25	0.047	0.048
Mittelwert aus der Literatur	5.6		0.31	0.34
	1.0		0.055	0.06
	/14/16/17/		/16 ¹ /17/ /19 ² /	/17 ³ /19 ² /

Tab.2

Tab.2 : Mittelwert der Strahlenexposition des Untersuchers beim Kolon-Kontrasteinlauf aus eigenen Messungen und aus der Literatur. Zur besseren Vergleichsmöglichkeit und zum Gebrauch der Meßwerte für die spätere Diskussion wurden die Dosisangaben jeweils auf eine Minute Durchleuchtungszeit bezogen.

¹ Errechneter Wert aus durchschnittlicher Durchleuchtungszeit (4.3 min) und dem ermittelten Meßwert von 0.02 mrem/min.

² Die angegebenen Meßwerte sind Mittelwerte aus Magen-Darm-Passage und Kontrasteinlauf.

³ Die angegebenen Meßwerte sind aus Ortsdosisleistungen und Durchleuchtungsdaten errechnete Anhaltswerte.

IV.3. Cholecystogramme

Die eigenen Meßwerte in Tab.3 zeigen den Mittelwert aus insgesamt 10 Untersuchungen. In die Mittelung gingen sowohl orale Gallenuntersuchungen, als auch i.v. Gallendarstellungen ein.

	mittlere Durchleuch- tungszeit (min)	mittlere Dosis ober- halb der Schutz- kleidung (mrem)	mittlere Dosis unter der Schutz- kleidung (mrem)	mittlere Linsenex- position (mrem)
Eigene Messun- gen	1.87	0.23	0.042	0.115
	1.0	0.123	0.022	0.061
	/15/16/			

Tab.3

Tab.3 : Mittelwert der Strahlenexposition des Untersuchers beim Cholecystogramm aus eigenen Messungen. Zur besseren Vergleichsmöglichkeit und zum Gebrauch der Meßwerte für die spätere Diskussion wurden die Dosisangaben jeweils auf eine Minute Durchleuchtungszeit bezogen.

In der Literatur wurden nur Angaben über die Einschaltzeiten bei Cholecystogrammen gefunden. So gibt Schoen einen Wert von 1.8 min an. /15/ Vogel et al. ermittelten Zeiten von 1.5 min für die orale Galle und 2.1 min für die i.v. Galle. /16/ Der o.a. Wert ist ähnlich. Daneben gibt es noch Messungen über das Flächendosisprodukt bei Cholecystogrammen. /16/20/. Da von diesen Werten nur ein ungefährer Rückschluß auf die Gonadenexposition des Untersuchers möglich ist, wurden diese Meßergebnisse nicht berücksichtigt.

IV.4. Thoraxdurchleuchtung

Die eigenen Meßwerte in Tab.4 zeigen den Mittelwert aus insgesamt 10 Untersuchungen.

	mittlere Durchleuch- tungszeit (min)	mittlere Dosis ober- halb der Schutz- kleidung (mrem)	mittlere Dosis unter der Schutz- kleidung (mrem)	mittlere Linsenex- position (mrem)
Eigene Messun- gen	1.1	0.29	0.021	0.068
	1.0	0.27	0.019	0.062
	/14/15/			

Tab.4

Tab.4 : Mittelwert der Strahlenexposition des Untersuchers bei der Thoraxdurchleuchtung aus eigenen Messungen. Zur besseren Vergleichsmöglichkeit und zum Gebrauch der Meßwerte für die spätere Diskussion wurden die Dosisangaben jeweils auf eine Minute Durchleuchtungszeit bezogen.

In der Literatur wurden nur Angaben über die Einschaltzeiten bei der Thoraxdurchleuchtung gefunden. So gibt Schoen einen Wert von 1-3 min an. /15/ Bunde,Pycklau ermittelten eine Zeit zwischen 1.0 und 1.4 min. /14/ Daneben gibt es noch Messungen über das Flächendosisprodukt bei der Thoraxdurchleuchtung. u.a./20/ Da von diesen Werten nur ein ungefährender Rückschluß auf die Gonadenexposition des Untersuchers möglich ist, wurden diese Meßergebnisse nicht berücksichtigt.

IV.5. Urologische Untersuchungen

Die eigenen Meßwerte in Tab.5 zeigen den Mittelwert aus insgesamt 8 Untersuchungen.

		mittlere Durchleuch- tungszeit (min)	mittlere Dosis unter der Schutz- kleidung (mrem)	mittlere Linsenex- position (mrem)
Eigene Messun- gen	chirurgische Tätigkeit	0.65	0.041	0.58
		1.0	0.063	0.88
	röntgendiag- nostische Tätigkeit	0.9	0.04	12.09
		1.0	0.044	13.3
	Mittelwert aus der Literatur für röntgen- diagnostische Tätigkeit	8.9	1.5	62.7
		1.0	0.16	7.0

Tab.5

Tab.5 : Mittelwert der Strahlenexposition des Untersuchers aus jeweils vier eigenen Messungen. Die chirurgische Tätigkeit umfaßte das Einlegen bzw. Wechseln eines Durchzugs- bzw. Fistelkatheters; die röntgendiagnostische Tätigkeit setzte sich aus zwei retrograden Urethrogrammen ohne Durchleuchtung, einem Cystogramm und einem Miktionscystogramm zusammen. Zur besseren Vergleichsmöglichkeit und zum Gebrauch der Meßwerte für die spätere Diskussion wurden die Dosisangaben jeweils auf eine Minute Durchleuchtungszeit bezogen.

Der gravierende Unterschied der Linsenexposition des Untersuchers bei der chirurgischen und röntgendiagnostischen Tätigkeit bei den eigenen Messungen ist aus den räumlichen Gegebenheiten des Meßortes zu verstehen. Der Monitor der Bildverstärker-Fernsehkette befand sich im Rückraum des Untersuchers, so daß sich der Arzt bei der Durchleuchtung jeweils umdrehen mußte und deshalb nur einer geringen Linsenexposition ausgesetzt war, während der überwiegende Teil der Störstrahlung seinen seitlichen bzw. hinteren Schädel traf.

Der Mittelwert aus der Literatur für röntgendiagnostische Tätigkeiten beinhaltet Meßergebnisse aus der Arbeit von Vogel et al. /21/, die u.a. die Strahlenexposition des Untersuchers bei Nierenangiografien (unter einer Schutzkleidung mit einem Bleigleichwert von 0.5 mm Pb ermittelten sie eine Gonadenexposition von 0.8 mrem und eine Linsenexposition von 65.2 mrem bei einer Einschaltzeit von 15.1 min.); bei Nebennierenangiografien (5.6 mrem bzw. 14.0 mrem bei einer Einschaltzeit von 21.0 min.), bei der selektiven Reninbelastung (0.7 mrem bzw. 97.9 mrem bei einer Einschaltzeit von 6.9 min.) und bei Nierenangiografien mit angeschlossener Nebennierenangiografie (0.5 mrem bzw. 138.2 mrem bei einer Einschaltzeit von 10.2 min.) untersuchten. Die Werte für die Nierenangiografie stimmen gut mit denen von Ewen und Mitarb. (1.0 mrem bzw. 32 mrem bei einer Einschaltzeit von allerdings nur 2.0 min.) überein. /22/. Neben diesen Werten existiert noch eine Messung von Rytilä, Perttala über die Strahlenexposition des Untersuchers bei der Urethrocystografie (0.4 mrem bzw. 29 mrem) /19/.

Insgesamt sind die Angaben über Messungen der Strahlenexposition bei urologischen Untersuchungen in der Literatur spärlich. In dieser Arbeit soll auch nicht im Detail die Strahlenexposition des Urologen bei sämtlichen röntgendiagnostischen Untersuchungen erfaßt werden, sondern es genügt durch einzelne Messungen festzustellen, ob sich der radiologisch tätige Urologe gewöhnlich im Kontrollbereich befindet und damit zu den beruflich strahlenexponierten Personen zu zählen ist.

IV.6. Angiografische und neuroradiologische Untersuchungen

Die Meßwerte in Tab.6 zeigen den Mittelwert aus verschiedenen Literaturangaben.

	mittlere Durchleuch- tungszeit (min)	mittlere Dosis unter der Schutz- kleidung (mrem)	mittlere Linsenex- position (mrem)
Mittelwert aus der Literatur	0.9	1.1	22.45
	1.0	1.22	24.91
	/22/23/	/22/23/24/	/22/23/24/ /25/26/

Tab.6

Tab.6 : Mittelwert der Strahlenexposition des Untersuchers bei Angiografien und neuroradiologischen Untersuchungen aus verschiedenen Literaturangaben. Für kardiologische Angiografien liegt die Strahlenexposition deutlich unter dem errechneten Mittelwert (0.5 mrem beträgt die Gonadenexposition und 3.2 mrem die Linsenexposition), während bei abdominellen Gefäßdarstellungen besonders die Linsenexposition (42 mrem) deutlich über der durchschnittlichen Strahlenbelastung liegt /23/. Zur besseren Vergleichsmöglichkeit und zum Gebrauch der Meßwerte für die spätere Diskussion wurden die Dosisangaben jeweils auf eine Minute Durchleuchtungszeit bezogen.

IV.7. Chirurgische Untersuchungen

Die Meßwerte in Tab.7 zeigen den Mittelwert aus verschiedenen Literaturangaben.

	mittlere Durchleuch- tungszeit (min)	mittlere Dosis unter der Schutz- kleidung (mrem)	mittlere Linsenex- position (mrem)
Mittelwert aus der Literatur	8.42	1.34	30.7
	1.0	0.154	3.64
	/27/	/27/	/27/

Tab.7

Tab.7 : Mittelwert der Strahlenexposition des Untersuchers aus der Literatur. Gemittelt wurden die Meßergebnisse aus einer Arbeit von Ewen und Wahl (1976), die die Strahlenexposition des Arztes bei verschiedenen chirurgischen Eingriffen untersuchten /27/. Die ermittelten Werte lagen bei 0.3 bzw. 0.6 mrem Gonadenexposition und 10 bzw. 5 mrem Linsenexposition für die Osteosynthese des Fußgelenkes bzw. die Unterschenkelverplattung; die höchste Strahlenbelastung betrug 4 mrem für die Gonaden und 110 mrem für die Linsen bei einer Patellafraktur mit gleichzeitiger Kondylenfraktur re., verbunden mit einer beiderseitigen Oberschenkelverplattung.

Zur besseren Vergleichsmöglichkeit und zum Gebrauch der Meßwerte für die spätere Diskussion wurden die Dosisangaben jeweils auf eine Minute Durchleuchtungszeit bezogen.

V. DISKUSSION

Um festzustellen, an welchen Standardarbeitsplätzen der Röntgendiagnostik der untersuchende Arzt sich gewöhnlich im Kontrollbereich aufhält und ob er dort nach § 2 Nr.1 RÖV als beruflich strahlenexponierte Person eingestuft werden muß, soll in vier Arbeitsbereiche unterschieden werden, die sich normalerweise nur wenig überschneiden:

- 1.) Konventionelles Durchleuchtungsgerät mit Bildverstärker-Fernsehkette für internistische Röntgenuntersuchungen
- 2.) Urologischer Arbeitsplatz
- 3.) Angiografischer und neuroradiologischer Arbeitsplatz
- 4.) Chirurgischer Bildverstärker

Im folgenden wird allerdings nicht berücksichtigt, daß einige radiologisch tätige Ärzte durchaus in verschiedenen Arbeitsbereichen, beispielsweise am Durchleuchtungsgerät und am angiografischen Arbeitsplatz, tätig sein können. Ebenso können individuelle Arbeitsmethoden, unterschiedliche Berufserfahrung und Fachkunde im Strahlenschutz nur in Form eines Mittelwertes in die weiteren Überlegungen einbezogen werden. Außerdem wurden bei der Berechnung der Jahresdosen Faktoren wie Urlaub, Krankheit des Arztes etc. außer acht gelassen, ein Vorgehen, das in der Praxis des prophylaktischen und von pessimistischen Annahmen ausgehenden Strahlenschutzes üblich ist.

V.1. Konventionelles Durchleuchtungsgerät mit Bildverstärker-Fernsehkette

In diesen Arbeitsbereich fallen als wesentliche röntgendiagnostische Untersuchungen die Magen-Darm-Passage (MDP), der Kontrasteinlauf (KE), das Cholecystogramm (CC) und die Thoraxdurchleuchtung (TD).

Tab.8a zeigt die Berechnung der Ganzkörper-Jahresdosis ¹ unter der Voraussetzung des Tragens von Schutzkleidung aus den Werten der Tab. 1-4 bei Annahme pessimistisch hoher Untersuchungsfrequenzen.

Unter- suchungs- art	Linsen- exposi- tion (mrem/ min)	mittlere Dosis am Stamm (mrem/ min)	Ganz- körper- dosis (mrem/ min)	Unter- suchungs- frequenz pro Monat	EZ-Zeit pro Un- tersu- chung (min)	EZ-Zeit pro Monat (min)	Jahres- dosis (mrem)
MDP	0.051	0.034	0.042	104	6.0	624	314.5
KE	0.048	0.047	0.047	45	5.6	252	142
CC	0.061	0.022	0.041	36	1.8	65	32
TD	0.062	0.019	0.040	107	1.5	160.5	77
Summe :						1101.5	565.5

Tab.8a

Tab.8a : Ganzkörperdosis im Jahr für die wichtigsten Röntgenuntersuchungen am Durchleuchtungsgerät mit BV-TV-Kette unter der Voraussetzung des Tragens von Schutzkleidung und bei pessimistisch hohen Untersuchungsfrequenzen. Der Untersuchungsfrequenz wurde eine Erhebung über die Zahl von röntgendiagnostischen Untersuchungen im Kreiskrankenhaus München-Pasing /28/ und eine Arbeit von Vogel et al. /16/ zugrunde gelegt. Die Jahresdosis ergab sich dann unter der sehr pessimistischen Annahme, daß alle Untersuchungen der Tab.8a von einem einzigen Arzt durchgeführt wurden. Die dabei resultierende Durchleuchtungszeit pro Monat (1101.5 min = 18h) liegt in der Größenordnung wie sie DIN 6812 als äußerst pessimistische Einschaltzeit zur Berechnung von Abschirmungen gegen Röntgenstrahlen zugrunde legt /2/.

¹ Mittelwert aus Linsendosis und Körperstammdosis (vgl. DIN 6814 B1.5 /5/ und Anlage I zur StrlSchV /6/.

Tab.8b zeigt die Berechnung der Ganzkörper-Jahresdosis unter der Voraussetzung des Tragens von Schutzkleidung aus den Werten der Tab. 1-4 bei Annahme realistischer Untersuchungsfrequenzen.

Unter- suchungs- art	Linsen- exposi- tion (mrem/ min)	mittlere Dosis am Stamm (mrem/ min)	Ganz- körper- dosis (mrem/ min)	Unter- suchungs- frequenz pro Monat	EZ-Zeit pro Unter- suchung (min)	EZ-Zeit pro Monat (min)	Jahres- dosis (mrem)
MDP	0.051	0.034	0.042	62	6.0	372	187.5
KE	0.048	0.047	0.047	8	5.6	45	25.5
CC	0.061	0.022	0.041	19	1.8	34	17
TD	0.062	0.019	0.040	70	1.5	105	50.5
Summe :						556	280.5

Tab.8b

Tab.8b : Ganzkörperdosis im Jahr für die wichtigsten Röntgenuntersuchungen am Durchleuchtungsgerät mit BV-TV-Kette unter der Voraussetzung des Tragens von Schutzkleidung bei Annahme realistischer Untersuchungsfrequenzen. Grundlage für diese Frequenzen sind Angaben aus einer Erhebung über die kassenärztliche Tätigkeit von 63 Radiologen im Münchener Raum /3/. Aus den darin angegebenen Frequenzen wurden Mittelwerte gebildet.

Die Tabellen 8a und 8b zeigen, daß bei Arbeiten am konventionellen Durchleuchtungsgerät mit BV-TV-Kette selbst bei pessimistischer Untersuchungsfrequenz kein gewöhnlicher Aufenthalt im Kontrollbereich (mögliche Körperdosis größer als 1500 mrem im Jahr, vgl. S.4) vorliegen kann. Selbst untersuchungsspezifische Details oder individuelle Arbeitsmethoden werden diese Aussage der hier dargestellten Abschätzung kaum beeinflussen.

Setzt man in Tab.8a und 8b anstelle der Körperstammdosen unter der Schutzkleidung die mit dem Dosisleistungsmeßgerät TOL/E^(R) vor der Schutzkleidung registrierten Werte ein (vgl. Tab.1-4), so ergeben sich folgende Berechnungen der Jahresdosen (Tab.9a und 9b).

Unter- suchungs- art	Linse- exposi- tion (mrem/ min)	mittlere Dosis am Stamm (mrem/ min)	Ganz- körper- dosis (mrem/ min)	Unter- suchungs- frequenz pro Monat	EZ-Zeit pro Un- tersu- chung (min)	EZ-Zeit pro Monat (min)	Jahres- dosis (mrem)
MDP	0.051	0.183	0.117	104	6.0	624	876
KE	0.048	0.25	0.149	45	5.6	252	450
CC	0.061	0.123	0.09	36	1.8	65	70
TD	0.062	0.17	0.116	107	1.5	160.5	223
Summe :						1101.5	1619

Tab.9a

Tab.9a : Ganzkörperdosis im Jahr für die wichtigsten Röntgenuntersuchungen am Durchleuchtungsgerät mit BV-TV-Kette bei Annahme pessimistisch hoher Untersuchungsfrequenzen unter der Voraussetzung, daß der Arzt keine Schutzkleidung trägt. Der Untersuchungs-frequenz wurde eine Erhebung über die Zahl von röntgen-diagnostischen Untersuchungen im Kreiskrankenhaus München-Pasing /28/ und eine Arbeit von Vogel et al. /16/ zugrunde gelegt. Die Jahresdosis ergab sich dann unter der sehr pessimistischen Annahme, daß alle Untersuchungen von einem einzigen Arzt durchgeführt wurden.

Unter- suchungs- art	Linien- exposi- tion (mrem/ min)	mittlere Dosis am Stamm (mrem/ min)	Ganz- körper- dosis (mrem/ min)	Unter- suchungs- frequenz pro Monat	EZ-Zeit pro Un- tersu- chung (min)	EZ-Zeit pro Monat (min)	Jahres- dosis (mrem)
MDP	0.051	0.183	0.117	62	6.0	372	522
KE	0.048	0.25	0.149	8	5.6	45	80.5
CC	0.061	0.123	0.09	19	1.8	34	36.5
TD	0.062	0.17	0.116	70	1.5	105	146
Summe :						556	785

Tab.9b

Tab.9b : Ganzkörperdosis im Jahr für die wichtigsten Röntgenuntersuchungen am Durchleuchtungsgerät mit BV-TV-Kette bei Annahme realistischer Untersuchungs-frequenzen unter der Voraussetzung, daß der Arzt keine Schutzkleidung trägt. Grundlage für diese Frequenzen sind Angaben aus einer Erhebung über die kassenärztliche Tätigkeit von 63 Radiologen im Münchener Raum /3/. Aus den darin angegebenen Frequenzen wurden Mittelwerte gebildet.

Die Tab.9a zeigt, daß für einen radiologisch tätigen Arzt, der keine Schutzkleidung trägt, ein gewöhnlicher Aufenthalt im Kontrollbereich immerhin möglich ist. Er überschreitet mit Sicherheit seine höchstzulässige Körperdosis für beruflich Strahlenexponierte von 5 rem im Jahr (§ 32 Abs.3 RÖV) aber nicht. Dafür sorgen die als Dauereinrichtungen (§ 17 Abs.1 RÖV) ausgelegten Schutzzonen an den Durchleuchtungsgeräten nach DIN 6811 /1/. Nach § 19 RÖV besteht die Alternative, hinter einer Dauereinrichtung zu arbeiten

oder Schutzkleidung zu tragen. Entscheidet sich der durchleuchtende Arzt nur für eine dieser beiden Möglichkeiten, so muß - wenn auch unter der Voraussetzung pessimistischer Untersuchungsfrequenzen - ein gewöhnlicher Aufenthalt im Kontrollbereich mit allen Konsequenzen aus der RÖV angenommen werden. Trägt der Arzt aber in der Schutzzone eines Durchleuchtungsgerätes auch noch Schutzkleidung, und verläßt er diese Schutzzone während der Durchleuchtung nicht, so liegt für ihn ein gewöhnlicher Aufenthalt im Kontrollbereich nicht vor.

V.2. Urologischer Arbeitsplatz

Der urologische Arbeitsplatz umfaßt neben der röntgendiagnostischen Tätigkeit (Urographie, Urethrocystografie, Pyelografie etc.) auch eine urologisch-chirurgische Tätigkeit mit BV-TV-Kette (z.B. Einlegen und Wechseln von Fistel- bzw. Durchzugskathetern). Die Strahlenexposition für den niedergelassenen Urologen, bedingt durch geringe Röntgentätigkeit auf chirurgischem Gebiet, resultiert im wesentlichen aus röntgendiagnostischen Untersuchungen. Da die durchschnittliche Frequenz für retrograde Urografien bei 4 pro Urologe und Monat ¹ liegt (bei den oben genannten röntgendiagnostischen Tätigkeiten wie Pyelografie etc. kann man davon ausgehen, daß es sich normalerweise um prograde Kontrastmitteldarstellungen handelt, so daß der Arzt sich während der Untersuchung außerhalb des Raumes aufhält), andererseits Darstellungen wie Hysterosalpingografien, Miktions-Cysto-Urethrografien selten sein werden, kann man von einer Monatsdosis von ca. 50 mrem bzw. von einer Jahresdosis von 600 mrem für diese Untersuchungen ausgehen (errechnet aus einer Ganzkörperdosis von 10 mrem pro Untersuchung; dieser Wert wurde durch Mittelung der eigenen Messungen und einer Untersuchung von Rytilä, Perttala /19/ errechnet).

¹ Ermittelt aus einer Erhebung über die kassenärztliche Tätigkeit von 26 Münchner Urologen /28/.

Da neben diesen Untersuchungen aber sicherlich noch andere röntgendiagnostische Verfahren durchgeführt werden, z.B. Nierenangiografien (hierbei beträgt die durchschnittliche Ganzkörperexposition 32 mrem /21/), hat der radiologisch tätige Urologe mit solchen Dosen zu rechnen, daß er als Person einzustufen ist, die sich gewöhnlich im Kontrollbereich aufhält. (nach § 2 Nr.1 RÖV).

V.3. Angiografische und neuroradiologische Röntgeneinrichtung

Die Strahlenexposition im Kopfbereich beträgt, gemittelt über verschiedene Literaturangaben und Untersuchungstechniken, ca. 22 mrem pro Untersuchung. Die Gonadenexposition liegt unter diesen Voraussetzungen bei 1 mrem pro Untersuchung. Daraus ergibt sich eine Ganzkörperdosis, die berechnet wurde im Sinne der Fußnote S.3, von ca. 11 mrem pro Untersuchung. Schon bei etwa 140 Untersuchungen im Jahr liegt insofern ein gewöhnlicher Aufenthalt im Kontrollbereich vor, als 1500 mrem überschritten werden können.

V.4. Chirurgischer Bildverstärker

Beim Arbeiten mit dem chirurgischen Bildverstärker kann die Linsenexposition des radiologisch tätigen Chirurgen bis zu 30 mrem und die Gonadenbelastung bis zu 1.4 mrem (unter einer Schutzkleidung von 0.25 mm Pb-Gleichwert) im Durchschnitt betragen. Diese Angaben stammen aus der Literatur. Das ergibt eine Ganzkörperdosis von ca. 16 mrem pro Operation unter Zuhilfenahme eines chirurgischen Bildverstärkers. Schon bei einer Operationsfrequenz von 95 im Jahr liegt ein gewöhnlicher Aufenthalt im Kontrollbereich und damit eine berufliche Strahlenexposition nach § 2 Nr.1 RÖV vor.

VI. ZUSAMMENFASSUNG

Tab. 10 faßt die Beantwortung der Frage nach gewöhnlichem Aufenthalt im Kontrollbereich und damit nach dem Vorliegen einer beruflichen Strahlenexposition im Sinne des § 2 Nr.1 RÖV für die hier angesprochenen Arbeitsplätze (konventionelles Durchleuchtungsgerät mit BV-TV-Kette, urologischer Arbeitsplatz, angiografischer und neuroradiologischer Arbeitsplatz und chirurgischer Bildverstärker) zusammen.

Arbeitsplatz	Gewöhnlicher Aufenthalt im Kontrollbereich	Begründung
Konventionelles Durchleuchtungsgerät mit BV-TV-Kette	NEIN (falls vor-schrifts-mäßige Schutzkleidung getragen wird)	Mit Tragen von Schutzkleidung liegt die Ganzkörperdosis selbst bei pessimistischer Prognose der Einschaltzeiten bei etwa 0.5 rem pro Jahr, bei realistischer Einschaltzeit sogar nur bei 0.28 rem pro Jahr. Hier kann wohl nicht von einem gewöhnlichen Aufenthalt im Kontrollbereich und damit von der Existenz beruflich strahlenexponierter Personen nach § 2 Nr.1 RÖV gesprochen werden. Beruft man sich aber auf § 19 RÖV und lehnt das Tragen von Schutzkleidung bei Aufenthalt hinter Dauereinrichtungen (§ 17 Abs.1 RÖV) ab, so muß ein gewöhnlicher Aufenthalt im Kontrollbereich angenommen und die infrage kommenden Personen als beruflich Strahlenponierte eingestuft werden.

Arbeitsplatz	Gewöhnlicher Aufenthalt im Kontrollbereich	Begründung
Urologischer Arbeitsplatz	JA	Da die Strahlenexposition des Untersuchers allein für retrograde Darstellungen bei ca. 0.6 rem im Jahr liegt, würde schon bei einer Frequenz von 28 Untersuchungen auf angiografischem Gebiet die Strahlenexposition 1,5 rem betragen. Da die überwiegende Zahl der radiologisch tätigen Urologen diese Zahl erreichen wird, muß für den Urologen ein gewöhnlicher Aufenthalt im Kontrollbereich und damit eine berufliche Strahlenexposition im Sinne des § 2 Nr.1 RÖV angenommen werden.
Angiografische und neuroradiologische Röntgeneinrichtung	JA	Da exakte Angaben über die Untersuchungshäufigkeiten dieser röntgendiagnostischen Verfahren nicht vorliegen, muß man aus der Strahlenexposition auf diejenige Untersuchungsfrequenz schließen, die einen gewöhnlichen Aufenthalt im Kontrollbereich ausschließt. Schon bei etwa 140 Untersuchungen pro Jahr befindet sich ein Radiologe gewöhnlich im Kontrollbereich und ist demnach beruflich strahlenexponiert. Man kann davon ausgehen, daß die überwiegende Zahl der auf diesem Gebiet tätigen Radiologen mehr als 140 Untersuchungen pro Jahr durchführen werden.

Arbeitsplatz	Gewöhnlicher	Begründung
	Aufenthalt	
	im Kontroll-	
	bereich	

Chirurgischer Bildverstärker	JA	Ähnliches wie über angiografische und neuroradiologische Röntgeneinrichtungen muß für den Betrieb mit dem chirurgischen Bildverstärker angenommen werden. Die kritische Zahl von 95 operativen Tätigkeiten unter Zuhilfenahme einer chirurgischen Röntgeneinrichtung pro Chirurg im Jahr wird wohl von den meisten Chirurgen im Jahr erreicht werden.
---------------------------------	----	---

Tab.1o

Tab.1o : Berufliche Strahlenexposition bei den vier häufigsten in der Medizin eingesetzten Röntgeneinrichtungen.

VII. SCHLUSSBEMERKUNG

Die Bestimmungen der §§ 4o und 42 RÖV haben für beruflich strahlenexponierte Personen die Messung der Personendosis und die Durchführung der ärztlichen Untersuchung nach § 42 zur Folge. (§ 4o Abs.2 RÖV beschreibt die beiden Methoden : a.) die Ionisationskammer zur jederzeitigen Feststellung der aktuellen Dosis und b.) das Filmdosimeter vgl. auch S.5)

Die Ergebnisse der vorgelegten Arbeit zeigen, daß diese Bestimmungen für den Umgang mit dem konventionellen Durch-

leuchtungsgerät mit Schutzzonen und BV-TV-Kette unter der Voraussetzung des Tragens vorschriftsmäßiger Schutzkleidung nicht zutreffen. (Die Messung der Personendosis mit dem Filmdosimeter muß aber trotzdem dringend empfohlen werden.)

Auf den Umgang mit urologischen, angiografisch-neuroradiologischen und chirurgischen Röntgeneinrichtungen dagegen müssen die Vorschriften der §§ 40 und 42 RÖV in der Regel vollständig angewendet werden.

VIII. LITERATURVERZEICHNIS

- 1 DIN 6811 Medizinische Röntgeneinrichtungen bis
 300 kV
 "Strahlenschutzregeln für die Herstellung"
 Beuth-Vertrieb, Berlin, Köln
 1972
- 2 DIN 6812 Medizinische Röntgeneinrichtungen bis
 300 kV
 "Strahlenschutzregeln für die Herstellung"
 Beuth-Vertrieb, Berlin, Köln
 1976
- 3 Horn, G. Röntgendiagnostik in freier Praxis
 Statistische Untersuchung auf Grund der
 kassenärztlichen Tätigkeit im Raum München
 Dissertation München
 1972
 auch Bundesgesundheitsamt
 Abteilung Strahlenhygiene
 Berlin-Dahlem
- 4 Bischof, W. Röntgenverordnung RÜV
 Nomos, Baden-Baden
 1977
- 5 DIN 6814, Teil 3 Begriffe und Benennungen in der radiologischen
 (Entwurf) Technik
 "Dosisgrößen und Dosiseinheiten"
 Beuth-Vertrieb, Berlin, Köln
 1977

- 13 Frik, W. Verkürzung der Durchleuchtungszeiten
Fortschr. Röntgenstr.
88, 601-604
1958

- 14 Bunde, E., und P. Pychlau Messung der Patientendosis in der Röntgen-
diagnostik
Radiologe
4, 367-372
1964

- 15 Schoen, D. Über die Abhängigkeit der Strahlenexposition
von der Erfahrung des Untersuchers und von
den Merkmalen des Patienten
Strahlenschutz in Forschung und Praxis
7, 31-48
1966

- 16 Bruhn, U. Strahlenbelastung von Patient und strahlen-
exponiertem Personal in der gastro-entero-
logischen Röntgendiagnostik
Dissertation Hamburg
1976
auch Vogel, H., H.Löhr, U.Bruhn, C.-J.Höper
Strahlendosen bei der Röntgendiagnostik
des Verdauungstraktes
Röntgenpraxis
30, 275-287
1977

- 17 Schulte-Brink-
mann, W., und
G.Magdsick Strahlenexposition des radiologischen Per-
sonals bei Kontrastmitteluntersuchungen des
Magen-Darm-Traktes und Bildverstärker-Fernseh-
Durchleuchtungskette
Strahlentherapie
138, 186-196
1969

- 18 Ewen, K.,
G. Schmitt,
E. Heissen Die Größenordnung der Strahlenbelastung
des Untersuchers in der Röntgendiagnostik
und gegenwärtige Kriterien zu ihrer
Bewertung
Fortschr. Röntgenstr.
118, 715-720
1973
- 19 Rytilä, A., und
Y. Perttala Average doses to the radiologist in contrast-
media studies of the gastrointestinal tract,
lower extremity venography and urethrocycto-
graphy
Health Physics
18, 123-125
1970
- 20 Schoen, D. Beziehungen zwischen Flächenionisationswert
und Skrotaldosis bei Durchleuchtungen der
Thorax- und Abdominalorgane
Fortschr. Röntgenstr.
105, 213-222
1966
- 21 Vogel, H.,
H. Löhr, P. Haug,
B. Schütt Strahlenbelastung von Patienten und strahlen-
exponiertem Personal bei urologischen Röntgen-
untersuchungen
Röntgen-Bl.
30, 39-50
1977
- 22 Schmitt, G.,
K. Ewen, H.-J. Teske Gonaden- und Linsendosismessungen am Patienten
und Untersucher bei Angiografien der unteren
Körperhälfte (Renovasographien, Becken- und
Extremitätenarteriographien) mit Metaphosphat-
glasdosimetern
Fortschr. Röntgenstr.
117, 674-680
1972

- 23 Lackner, K., Die Strahlenexposition des Untersuchers
K.Ewen, R.Felix bei Angiografien
Fortschr. Röntgenstr.
128, 86-90
1978

- 24 Santen, B.C., Exposure of the radiologist to scattered
K.Kan, H.J.Velt- radiation during angiography
Huyse, H.W.Julius Radiology
115, 447
1975

- 25 Riley, R.C., Exposure to radiologists during special
J.W.Birks, E.Pala- procedures
cios, A.W.Temple- Radiology
ton 104, 679
1972

- 26 Fiebach, B.J., Ergebnisse dosimetrischer Untersuchungen bei
K.Ewen, E.Löhr Schädelangiografien an verschiedenen Angio-
 grafieeinrichtungen
Fortschr. Röntgenstr.
120, 573-577
1974

- 27 Ewen, K., und Die Strahlenbelastung des Unfallchirurgen beim
H.G.Wahl Arbeiten mit dem chirurgischen Bildverstärker
Röntgenpraxis
29, 163-167
1976

- 28 Nordmann, W. Statistische Untersuchung über Frequenz, Verweil-
 dauer, Zahl der Röntgenuntersuchungen und Strahlen-
 belastung der Patienten an einem Kreiskranken-
 haus in der Peripherie der Stadt München
Dissertation München
1973

DANKSAGUNG

Hiermit danke ich Herrn Prof.Dr. Günther vom Institut und der Klinik für Medizinische Strahlenkunde der Universität Düsseldorf für die Bereitstellung des Themas und für sein Interesse gegenüber den Problemen der Arbeit.

Außerdem bedanke ich mich beim Dienststellenleiter der Zentralstelle für Sicherheitstechnik, Strahlenschutz und Kerntechnik (ZfS), Herrn Lt.RD Dr.Haack, für seine Erlaubnis, einen großen Teil der Arbeit in den Dienst-räumen der ZfS ausführen und die Laboreinrichtungen benutzen zu dürfen.

Darüber hinaus gilt mein Dank besonders Herrn ORR Dr.Ewen von der ZfS für die Betreuung der Arbeit und seine Unterstützung besonders bei physikalischen Fragen.

LEBENS LAUF

Am 7. September wurde ich als Sohn der Eheleute Heinz Stender und Elisabeth geb. Bendels in Duisburg geboren.

Nach dem Besuch der Grundschule wechselte ich Ostern 1962 auf das Max-Planck-Gymnasium Duisburg-Meiderich. Dort bestand ich im Sommer 1970 die Reifeprüfung. Danach begann ich ein Apothekerpraktikum und legte die pharmazeutische Vorprüfung 1972 erfolgreich ab. Bis zum Beginn meines Medizinstudiums arbeitete ich in einer öffentlichen Apotheke.

Im Wintersemester 1975/76 begann ich mein Medizinstudium an der Universität Düsseldorf und trat dort im April 1981 meine Ausbildung im 3.klinischen Abschnitt an.

